

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-097003

(43)Date of publication of application : 14.04.1998

(51)Int.Cl.

G03B 21/62

G02B 5/32

G03H 1/22

(21)Application number : 09-193664

(71)Applicant : KOREA ADVANCED INST OF SCI  
TECHNOL

(22)Date of filing : 18.07.1997

(72)Inventor : SON TEIEI  
B E BEVRINIEV

(30)Priority

Priority number : 96 9628966 Priority date : 18.07.1996 Priority country : KR

## (54) PRODUCTION OF HOLOGRAPHIC SCREEN FOR DISPLAYING NATURAL COLOR IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To observe a natural color image through the use of a long, slender diffusion plate in slit form as an object by arranging the diffusion plate, so that the angle between two specific straight lines satisfies specific conditions.

SOLUTION: At the origin, a light source for a reference wave is disposed on a straight line distance R1 in a z-axis direction and the diffusion plate 6 is disposed so that a straight line R2 from the origin to an arbitrary point in the diffusion plate 6 and the angle  $\alpha$ ; between the straight lines R1 and R2 satisfy an equation. In this equation, r1 denotes the distance from an arbitrary spot in a photosensing plate to the light source for the reference wave, r2 denotes the distance from the arbitrary spot to the arbitrary point in the diffusion plate 6 and R, denotes the distance from the origin to one point in a reproduced image. Then, R4 denotes the distance from the origin to a projection light source, r3 denotes the distance from the projection light source to the arbitrary spot and r4 denotes the distance from the arbitrary spot to one point in the reproduced image.  $\beta$ ; denotes an angle formed by the positive direction of a z-axis and the distance R4,  $\lambda_1$  and  $\kappa_1$  denote a wavelength and the number of waves in a reference wave and an object wave and  $\lambda_2$  and  $\kappa_2$  denote a wavelength and the number of waves in a projection wave and a reproduction wave.

$$\kappa_1 r_1 + \kappa_2 (r_2 - r_3) = -\kappa_2 R_4 + \text{整数}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left[ \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \sin \beta \right] = \sin^{-1} \left[ \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \sin \beta \right]$$

$$R_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \left( \frac{R_1}{R_3} + \frac{R}{R_4} \right) + 1$$

$$R_2 = \frac{\lambda_1 R_1}{\lambda_2 R_3} + 1 \quad (\text{ただし、} R_4 = R_3 \text{ である場合})$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3035511

[Date of registration] 18.02.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Generally this invention relates to the manufacture method of the holographic screen (Holographic Screen) which can display natural color 3-dimensional scenography especially using the diffusion board (Diffuser) of a holographic optical element (Holographic Optical Element) and a more detailed long and slender slit (Slit) gestalt about a holography (Holography) applied technology.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although a holographic screen performs the same role as a common image display screen, it is a kind of the holographic optical element to which the viewing area where an image is seen is restricted. When projecting an image on a holographic screen, generally image formation of the projection image is carried out on this screen, and an observer can observe the image displayed on a screen only in the viewing area (View Zone) formed of the outgoing radiation pupil (Exit Pupil) of a projector lens. In order to observe 3-dimensional scenography through a holographic screen, the distance (about 6.5cm) between both the eyes of the watcher in the position which the viewing area formed of the outgoing radiation pupil of each lens which projects the 3-dimensional scenography corresponding to an eye on either side observes is detached, and it must place.

[0003] There are two kinds such as a reflected type (Reflection Type) and a penetrated type (Transmission Type) of holographic screens. A reflected type also performs the role of the reflecting mirror which has the focal force in which it makes a viewing area as image formation of the image of the outgoing radiation pupil of a projector lens is carried out while displaying alternatively only the image on which it is projected through a projector. However, it also has high angle selectivity (Angular Selectivity) simultaneously with a high spectrum selectivity characteristic (Spectral Selectivity), the position of a viewing area is restricted, and only the display of a monochrome phase is possible. If it is the verge [ make ] which superimposes three reflected type screens made by red, blue, and green oscillation laser, respectively in order to display natural color on this reflected type holographic screen, there is nothing.

[0004] A penetrated type holographic screen is a holographic screen which performs simultaneously the role of a diffusion board, or a lens and a diffusion board. A viewing area is an area in which the reconstruction image of a diffusion board is formed on a penetrated type holographic screen. Since a holographic screen can reproduce a photographic subject's image, I hear that what depends the role of a diffusion board and a lens on the holographic screen performed simultaneously forms a clearer viewing area in \*\*, and the difference point between the holographic screens which perform simultaneously the role of a diffusion board, a diffusion board, and a lens has it in it.

[0005] Since itself has the property of a diffraction grating (Diffraction Grating), the display of a natural color image is difficult for a penetrated type holographic screen by the chromatic aberration (Chromatic Aberration) by spectrum distribution (Spectral Dispersion). One method of conquering this difficult point specification-izes the gestalt of the diffusion board used as a photographic subject in the case of manufacture of a holographic screen, and enlarges the portion superimposed on a photographic subject's image distributed and formed according to a hue of the spectrum distribution of reproduction light. Since the light of all hues gathers in this portion on which it is superimposed, observation of a natural color image is possible.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The holographic screen (the [ U.S. Pat. No. 4799739 and / international public presentation ] WO 93/No. 02372) manufactured by existing is what the object wave which carries out incidence to a sensitive plate at the front through the criteria wave and diffusion board which go to having a holographic sensitive plate (Photoplate) and what angle, and are converged was made to interfere, and was made, and enables it to observe an image at the front of a screen. In order to reduce this screen image observation distance, it is made for the light which does not diffract with a screen but is penetrated directly not to affect image observation by enlarging the angle between an object wave and a criteria wave. However, if the angle between an object wave and a criteria wave is enlarged, since spectrum distribution will become large, there is a trouble that the display of a natural color image is almost impossible.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to cancel the above troubles, in this invention, manufacture of the optimized holographic screen for natural color image display was enabled by analyzing mathematically the structure of image student equipment where manufacture of a holographic screen and this screen were used. The diffusion slit long and slender for manufacture of the optimized holographic screen was used as a photographic subject, and the relative position of a photographic subject's image and a sensitive plate was mathematically set that all the spectrums of a visible region are included. A long and slender diffusion slit enables observation of a natural color picture, in order to maximum-ize superposition of each reconstruction image according to hue of an incident light.

[0008] The manufacture method of the holographic screen for natural color reproduction graphic display by this invention About a sensitive plate, it is a slant range R1 to z shaft orientations at the zero of the aforementioned x-y flat surface in the x-y flat surface of x-y-z space coordinates. The light source for criteria waves And it was the method of manufacturing a holographic screen between the aforementioned light source for semi-waves, and the aforementioned sensitive plate, as a diffusion wave is arranged, respectively and the criteria wave from the aforementioned light source for semi-waves and the object wave from the aforementioned diffusion board cause interference by the aforementioned sensitive plate. The projection wave from the source of an incident light arranged in the arbitrary positions on the z-axis is transformed to a reproduction wave through the holographic screen by which manufacture was carried out aforementioned ]. In the manufacture method of the holographic screen for natural color reproduction graphic display which will display a natural color reproduction image Slant range R2 from the aforementioned zero to the arbitrary points

in the aforementioned diffusion board The aforementioned straight line R2 R2 It is characterized by arranging the aforementioned diffusion board so that the angle alpha of a between may fill the following formula.

[0009]

[Equation 3]

$$(1) \quad \kappa_2 r_3 + \kappa_1 (r_1 - r_2) = -\kappa_2 r_4 + \text{常数}$$

$$(2) \quad \alpha = \sin^{-1} \left[ \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \sin \beta \right] = \sin^{-1} \left[ \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \sin \beta \right]$$

$$(3) \quad R_2 = \frac{R_1}{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \left( \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_4} \right) + 1}$$

$$(4) \quad R_2 = \frac{R_1}{2 \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{R_1}{R_4} + 1} \quad (\text{ただし、} R_3 = R_4 \text{ である場合})$$

a formula (3) — R2 R1 although the distance from the zero of the points on the included hyperbola is shown — R2 a coordinate — (0, y0, z0), and R3 a coordinate — then (0, y1 = z1 tan beta, z1), [Equation 4]

$$(5) \quad z_0 = \frac{(z_1 + R_4)}{2z_1} \cdot \frac{2R_1}{R_4 \tan \beta y_0} + R_1$$

It comes to be placed on a \*\*\*\*\* straight line. This is above R1. When very small, it means that the aforementioned hyperbola is approximated to a straight line. Therefore, the position of a diffusion board comes to be placed as a body on the straight line which fills a formula (5).

[0010] Here, it is r1. Distance from the arbitrary point in the aforementioned sensitive plate (x y) to the above-mentioned light source for criteria waves, r2 Distance from the point (x y) describing above to the arbitrary points in the aforementioned diffusion board, R3 is the distance from a zero to one in a reproduction image, and R4. Distance from the aforementioned zero to the aforementioned source of an incident light, r3 The distance from the aforementioned source of an incident light to the point (x y) describing above, and r4 Distance from the point (x y) describing above to [ aforementioned / in the aforementioned reproduction image ] one point, beta is the direction and the aforementioned distance R4 of a positive of the z-axis. The angle of a between, lambda 1, and kappa 1 It is the wavelength of the aforementioned criteria wave and an object wave, the wave number (number of waver), lambda 2, and kappa 2, respectively. The wavelength and the wave number of the aforementioned projection wave and a reproduction wave are shown, respectively.

[0011] Preferably, in the manufacture method of the holographic screen for natural color reproduction graphic display by this invention, the aforementioned diffusion board is set up on the hyperbola guided by the aforementioned equation (2) and the equation (3).

[0012] Preferably, in the manufacture method of the holographic screen for natural color reproduction graphic display by this invention, an emission beam is used as the aforementioned machine.

[0013] Preferably, in the manufacture method of the holographic screen for natural color reproduction graphic display by this invention, the ground glass (ground glass) of a slit gestalt long and slender as the aforementioned diffusion board is used.

[0014] And in the manufacture method of the holographic screen for natural color reproduction graphic display by this invention, a reflecting mirror is made to adhere to the holographic screen manufactured using the diffusion board spotted by the aforementioned equation (1), (2), and (3) further, and it can be used as a reflective holographic screen.

[0015]

[Example] Hereafter, this invention which let the example pass with reference to the accompanying drawing is explained in detail. In a drawing, the same drawing sign shows a part for the same structured division.

[0016] Drawing 1 is optical structural drawing for explaining the manufacture method of the holographic screen by this invention. In this invention, the relation between parameters required to manufacture a holographic screen will be explained on 3-dimensional space coordinates for convenience.

[0017] First, the zero (10) of 3-dimensional space coordinates to R1 The emission beam from the point light source on the z-axis from which distance was separated which has one point in z1 (1) carries out the role of a criteria wave, and a photographic subject (2) is placed on the straight line (7) on this z1 (1) and y-axis which connects one y1 (5). The diffusion board (6) made from the ground glass of the cow's milk color of a slit form long and slender as a photographic subject (2) is used. A point y1 (5) is a point that the hyperbola (Hyperbola) on the y-z flat surface containing z1 (1) defined by the following equation intersects the y-axis.

[0018] At a x-y flat surface as shown in drawing 1 the long side (4) of a sensitive plate (12) A shorter side (3) is placed in parallel with the y-axis in parallel with a x axis. For example, between 1 on a sensitive plate (12) (x y) (13), and z1 (1), And r1 and r2, the distance between a point (x y) (13) and the point (11) in the straight line (7) on which the photographic subject (2) was put, respectively The straight line which connects R2, a zero (10), and a point (11) for the distance between a zero (10) and a point (11) sets the z-axis of a positive, and the angle to make to alpha. And it sets to the space coordinates of drawing 1 in drawing 2. one-point (x y) (31) (in the holographic screen (12 27 ( drawing 3 )) arranged identically to arrangement of a sensitive plate (12) — this point R3 from the point (the same as that of 13)) on the sensitive plate (12) of drawing 1, and the zero (10) of space coordinates The distance between the sources of an incident light in point [ on the z-axis of the shade from which distance was separated ] P (14) r3, The distance between

the one-point (15) and above one point (x y) of the space in which the real image (Real Image) of one point (11) on the photographic subject (2) reproduced by the incident light is formed (31) r4. They are R4, and the z-axis and this straight line R4 of a positive about the length of the straight line which connects a point (15) and a zero (10). beta shows the angle to make. the phase relation materialized between a criteria wave (Reference Wave), an object wave (Object Wave), a reproduction wave (Reconstructed Wave), and a projection wave (Projected Wave) is explained — things are done [0019] After a criteria wave and an object wave suit the interference figure recorded on a sensitive plate (12), it will have change of the following optical strength.

[0020]

[Equation 5]

$$I(x, y) = (Ae^{ik_1 r_1} + Be^{ik_1 r_2})(Ae^{ik_1 r_1} + Be^{ik_1 r_2})$$

$$= A^2 + B^2 + ABe^{ik_1(r_1 - r_2)} + ABe^{ik_1(r_2 - r_1)}$$

$$\dots\dots\dots (1)$$

[0021] A and B are the electric-field amplitude of a criteria wave and an object wave, and are kappa 1. It is the wave number of a criteria wave and an object wave. Permeability of the sensitive plate (namely, holographic screen) on which the interference figure was recorded at this time (T)  $T = T_0 - T_1 I(x, y) \dots\dots (4)$

It is T0 a next door and here. It is the permeability of the sensitive plate (12) before an interference figure makes it form, and T1 I(x y) is the permeability by I(x y).

[0022] this holographic screen — one point [ of the z-axis ] P (14), and (it being shown in drawing 2) — wavelength lambda 2 it is — if it irradiates by the point light source, it has the field strength (Eout) of the light penetrated through the following holographic screens

[0023]

[Equation 6]

$$E_{OUT} = C \cdot e^{ik_2 r_3} \cdot T$$

$$= C \cdot e^{ik_2 r_3} \cdot [\{T_0 - T_1(A^2 + B^2)\} + T_1 A B e^{ik_1(r_1 - r_2)} + T_1 A B e^{ik_1(r_2 - r_1)}]$$

$$\dots\dots\dots (3)$$

[0024] Here, it is kappa 2. It is the wave number of the incident light from the point light source, and the light (reproduction light) penetrated through the holographic screen. The 1st term serves as the zero-order diffracted light by the aforementioned formula, the 2nd term serves as a real image and the 3rd term serves as a virtual image. If the 2nd term which is a real image here is taken into consideration, a real image will be r4 at a point (x y). If formed with a forge-fire remote at the time, the 2nd term can be expressed by D-exp (-ik two r4). Therefore, since the difference of both phases will become fixed if only the term of a phase is taken into consideration in this case, the following phase relational expression will be realized.

$kappa 2 r_3 + kappa(r_1 - r_2) = -kappa 2 r_4 + \text{Constant} \dots\dots (4)$

It is kappa 1 and kappa 2 at a formula (4). It is the wave number (Wave Number) and they are  $2\pi/\lambda_1$  and  $2\pi/\lambda_2$ , respectively. It is given. lambda 1 The wavelength of a criteria wave and an object wave, and lambda 2 The wavelength of a projection wave and a reproduction wave is shown.

[0025] Next, alpha, the relation between beta, R1, R2, and R3 R4 The relation of a between will be guided. First, it will be

[0026] if a triangle formula is used in drawing 1 and drawing 2.

[Equation 7]

$$r_1 = \sqrt{R_1^2 + x^2 + y^2}$$

$$r_2 = \sqrt{R_2^2 + x^2 + y^2 - 2R_2 x \sin \alpha}$$

$$\dots\dots\dots (5)$$

$$r_3 = \sqrt{R_3^2 + x^2 + y^2}$$

$$r_4 = \sqrt{R_4^2 + x^2 + y^2 - 2R_4 x \sin \beta}$$

[0027] x and y are a next door and this R1, R2, and R3 R4 If it assumes that it compares and is very small, the aforementioned formula may be changed into Taylor series as follows.

[0028]

[Equation 8]

$$\begin{aligned}
 r_1 &\cong R_1 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_1^2} + \dots \right) \\
 r_2 &\cong R_2 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_2^2} - \frac{R_2 x \sin \alpha}{R_2^2} - \frac{x^2 \sin^2 \alpha}{2R_2^2} + \dots \right) \\
 r_3 &\cong R_3 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_3^2} + \dots \right) \dots \dots \dots (6) \\
 r_4 &\cong R_4 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_4^2} - \frac{R_4 x \sin \beta}{R_4^2} - \frac{x^2 \sin^2 \beta}{2R_4^2} + \dots \right)
 \end{aligned}$$

[0029] If this is substituted for a formula (4), a formula (4) will be arranged as follows.

[0030]

[Equation 9]

$$\begin{aligned}
 &\kappa_2 R_3 + \kappa_1 (R_1 - R_2) + x (\kappa_1 \sin \alpha) \\
 &+ \frac{(x^2 + y^2)}{2} \left\{ \frac{\kappa_2}{R_3} + \kappa_1 \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \right\} + \frac{\kappa_1 x^2 \sin^2 \alpha}{2R_2} + \dots = \\
 &\kappa_2 R_4 + \text{常数} + \kappa_2 x \sin \beta - \frac{x^2 + y^2}{2} \cdot \frac{\kappa_2}{R_4} + \frac{\kappa_2 x^2 \sin^2 \alpha}{2R_4} \\
 &\dots \dots \dots (7)
 \end{aligned}$$

[0031] They are both at this formula x, y, x2, and y2 It will be [0032] if it arranges at a ceremony.

[Equation 10]

$$\kappa_1 \sin \alpha = \kappa_2 \sin \beta$$

$$\frac{\kappa_2}{R_3} + \frac{\kappa_1}{R_1} + \frac{\kappa_2 \cos^2 \beta}{R_4} = \frac{\kappa_1 \cos^2 \alpha}{R_2} \dots \dots \dots (8)$$

$$\frac{\kappa_2}{R_3} + \kappa_1 \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{-\kappa_2}{R_4}$$

[0033] You should become.

[0034] It is the aforementioned formula sin alpha and R2 It will be [0035] if it solves.

[Equation 11]

$$\sin \alpha = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \sin \beta = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \sin \beta \dots \dots \dots (9)$$

$$R_2 = \frac{R_1}{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \left( \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_4} \right) + 1} \dots \dots \dots (10)$$

[0036] It \*\*\*\*\*.

[0037] If the coordinate value (y = R2 sinalpha, z = R2 cosalpha) of a point (11) is substituted for a formula (9) and (10) and it asks for the locus of a point (11), a hyperbola and a bird clapper are known. Therefore, although the exact form of a diffusion board (6) (namely, photographic subject (2)) should have the same curvature as a part of hyperbola (Curvature of Radius) Operation R1 If a value is enlarged, since the curvature value will become very large, it can be considered that the diffusion board (6) is placed along with a certain part on the straight line (7) to which the major axis connects z1 (1) and y1 (5). A position relative to the length of the diffusion board on which the reconstruction image of an incident light which covered visible (Visible) wavelength altogether and was separated according to the hue can be made to superimpose is called for from the aforementioned formula (9) and (10).

[0038] The following table 1 is the plurality lambda 2 of a projection wave, when it is wavelength lambda1 = 0.647nm (clip ton (Krypton) laser) of a criteria wave, R1 = 250cm, R3 = R4 = 150cm, and beta = 15 degrees. R2 to a value alpha value is calculated.

[0039]

[Table 1]

表 1. 投射波の波長による拡散板の相対的な位置

$\lambda_z (\mu\text{m})$	$R_z (\text{cm})$	$\alpha$
0.4	39.11	24.75°
0.5	47.05	19.57°
0.6	54.41	16.2°
0.7	61.26	13.84°

[0040] This table is used and it is all above lambda 2. It will be set to 24cm if the major-axis length of the diffusion board (6) for covering a value is calculated. If Table 1 is compared with drawing 1, it corresponds to long wave length and, as for a photographic subject's (2)'s upper case (8), it turns out that the lower berth (9) deals with short wavelength. It is R2 with an equation (10). It is a coordinate (0, y0, z0), and R3 It will be [0041] if a coordinate is approximated as (0, y1 = z1 tan beta, z1).

[Equation 12]

$$z_0 = \frac{(z_1 + R_4)}{2z_1} \cdot \frac{2R_1}{R_4 \tan \beta y_0} + R_1 \quad \dots \dots (11)$$

[0042] It can be shown. This is z0. y0 Since it means filling a straight-line equation, it means that all the points on this straight line are superimposed by the point at the time of reproduction (0, y1, z1). Drawing 2 is an optical block diagram for explaining the image reproduction by the holographic screen manufactured by this invention. The hologram manufactured by the optical composition of drawing 1, i.e., a holographic screen, (27) is made to fix to the original position, and it is R3 from a zero. If the source of an incident light is put on point [ on the z-axis in distance ] P (14) and a screen is irradiated, the real image will be formed in one point (15) of space. However, since an image is separated according to a hue and it appears when an incident light is not the homogeneous light, the shape of a sector rainbow appears. However, it has the value with which a photographic subject's (2)'s position was given to Table 1, and is R1, R2, R3, and R4. When beta is defined as the value given above, a point (15) turns into the point of being superimposed on the red (wavelength of 0.7 micrometers) reconstruction image of the blue (wavelength of 0.4 micrometers) of a photographic subject's (2)'s upper case (8), and the lower berth (9), respectively. In addition, in the case of a hue, it becomes a reconstruction image to one in a diffusion board.

[0043] At a point (15), since it is superimposed on the reconstruction image of all hues, if a holographic screen is seen through this point, a natural color image will be seen. For three primary colors (Three Primary Colors) required for reproduction of an actual natural color image, each wavelength is 0.4 to 0.7 micrometers. Since it is in less than, the superposition area which can observe a natural color image has a certain amount of area centering on a point (15).

[0044] Since a photographic subject's reconstruction image actually appears at the place which the distance about 3 times (1.5m/0.58m) has almost separated from the distance from the original photographic subject's zero, and a top and a red image (16) are put on the bottom and a green image (18) is put on right and left for a blue image (17) focusing on a point (15), respectively, the length of an image will be about about 6 times a photographic subject's length.

[0045] Drawing 3 is an optical block diagram for displaying 3-dimensional scenography using the holographic screen manufactured by this invention. first The image corresponding to the eye of right and left at a place about 1.5m away from the holographic screen (27) so that the symmetry may be carried out to the y-axis a center [ the z-axis to which it is separated / from between both our eyes (6.5cm) / of the distance between the projector lens ] If it projects so that image formation of the image may be carried out on a holographic screen (27) using two placed image projectors (Projector) (19 20) Corresponding to each projector, a projector, an opposite side, and a virtual image (23 24) appear [ a photographic subject's actual reconstruction image (21 22) ] in a same side at the place about 1.5m away from here. It is separated from this image about about 6.5cm, and the opening width of face (29) of a projector lens and a photographic subject's width of face of the width of face are the same as that of what is doubled. A viewing area is offered according to a real image (21 22), and the viewing area (25 26) which can see a natural color image to a part for the center section of this real image is formed. This viewing area of the z-axis and the angle to make is the same as that of beta. In the case of manufacture of a holographic screen, you have to choose a photographic subject's width of face so that it may not be superimposed on two viewing areas.

[0046] Drawing 4 is an optical block diagram for displaying 3-dimensional scenography as a reflected type using the holographic screen manufactured by this invention. If it is going to use the holographic screen manufactured by drawing 1 as a reflected type and a reflecting mirror (28) will only be stuck at the rear face of a holographic screen (27), in the one as a projector (19 20) where a viewing area is the same, it will have an angle about a projector and abbreviation beta, and a reconstruction image will appear. This method also has the advantage from which the photosensitive layer of a screen can be made to be able to seal and a screen can be protected.

[0047]

[Effect of the Invention] By the manufacture method of the holographic screen by this invention, manufacture of the optimized holographic screen for natural color graphic display is attained by analyzing mathematically the structure of an image regenerative apparatus where manufacture of a holographic screen and this screen were used.

[0048] Therefore, since the parameter optimized using the equation showing the principle of this invention was chosen, by increasing the angle between a criteria wave and an object wave on the conventional holographic screen, spectrum distribution increased and the display of a natural color image canceled the difficult trouble.

[Translation done.]





\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an optical block diagram for explaining the manufacture method of the holographic screen by this invention.

[Drawing 2] It is an optical block diagram for explaining the image reproduction by the holographic screen manufactured by this invention.

[Drawing 3] It is an optical block diagram for displaying 3-dimensional scenography using the holographic screen manufactured by this invention.

[Drawing 4] It is an optical block diagram for displaying 3-dimensional scenography on a reflected type using the holographic screen manufactured by this invention.

[Description of Notations]

- 1: The point light source for criteria waves
- 2: Photographic subject
- 3: The shorter side of a sensitive plate
- 4: The long side of a sensitive plate
- 5: The point that are one on the y-axis and the hyperbola on a y-z flat surface intersects the y-axis
- 6: The diffusion board of the long and slender slit form used as a photographic subject
- 7: The path on which it is the straight line which connects the drawing signs 1 and 5, and a photographic subject is put
- 8: A photographic subject's upper limit
- 9: A photographic subject's soffit
- The zero of a 10:3-dimensional coordinate
- 11: One point of a photographic subject reproduced by the source of an incident light
- 12: The sensitive plate put on the x-y flat surface
- 13: One on a sensitive plate
- 14: A zero to R3 Point on the z-axis which distance left
- 15: One point of the space in which the real image of one point (11) is formed
- 16: The red image of the bottom centering on one point (15)
- 17: The blue image of the top centering on one point (15)
- 18: The green image of right and left centering on one point (15)
- 19 20: Two image projectors placed symmetrically with a x axis focusing on the z-axis
- 21 22: The actual reconstruction image of the photographic subject of the projector opposite side corresponding to each image projector
- 23 24: The virtual image of the photographic subject in the direction of the projector corresponding to each image projector
- 25 26: The viewing area where a natural color image is seen by the amount of center section among the viewing areas offered by a photographic subject's actual reconstruction image
- 27: Holographic screen
- 28: Reflecting mirror
- 29: The reconstruction image of a slit
- 30: The opening image of a projector lens

---

[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-97003

(43)公開日 平成10年(1998)4月14日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 3 B 21/62

G 0 3 B 21/62

G 0 2 B 5/32

G 0 2 B 5/32

G 0 3 H 1/22

G 0 3 H 1/22

審査請求 有 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-193664

(22)出願日 平成9年(1997)7月18日

(31)優先権主張番号 28966/1996

(32)優先日 1996年7月18日

(33)優先権主張国 韓国 (K R)

(71)出願人 590002426

財団法人韓国科学技術研究院

大韓民国ソウル特別市城北区下月谷洞39-1

(72)発明者 孫 廷 榮

大韓民国ソウル特別市蘆原区中溪本洞663番地4ブロック 新東亜アパート112棟1205号

(72)発明者 ヴェー・イー・ベプリニエフ

ロシア国、モスコウ、クラスニッチ、ゾール・ストリート・ナンバー41、アパートメント60

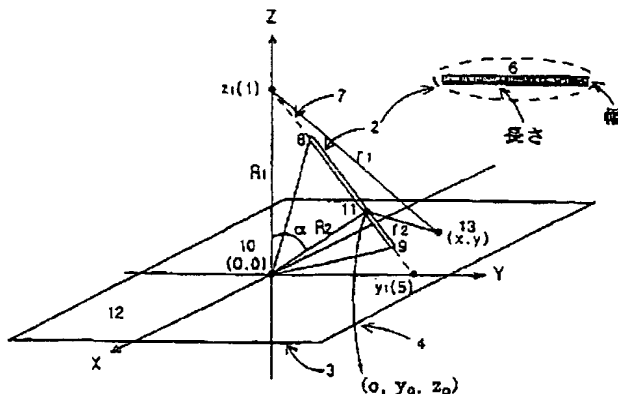
(74)代理人 弁理士 津国 肇 (外1名)

(54)【発明の名称】 天然色映像表示用ホログラフィックスクリーン製作方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 細長いスリット形態の拡散板を被写体として利用して天然色像を観測することができるホログラフィックスクリーンの製作方法を提供する。

【解決手段】 スクリーンにより被写体2の再生像は投射光のスペクトルの分布に応じて色相別に分離されて表れるが、その分離の程度より被写体の長さを長くすることによって、色相別に分離された像が互いに重畳されるようにすることによって、天然色像を観測することができる視域が形成される。スクリーンの製作に必要なパラメータ、すなわち感光板3、4と拡散板6の相対的位置、観測距離、基準波と拡散板の相対的位置などは、スクリーンの製作と関連した基準波、物体波、投射波及び再生波の相対的位置による位相関係により定められる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $x-y-z$  空間座標の  $x-y$  平面に感光板を、前記  $x-y$  平面の原点で  $z$  軸方向に直線距離  $R_1$  に基準波用光源を、そして前記基準波用光源と前記感光板との間に拡散板をそれぞれ配置し、前記基準波用光源からの基準波と、前記拡散板からの物体波が前記感光板で干渉を起こすようにしてホログラフィックスクリーンを製作する方法であって、 $z$  軸上の任意の位置に配置された投射光源からの投射波を前記製作されたホログラフィックスクリーンを通して再生波に変換させ、各色相に

よる再生波が一つの地点に重畳されるようにし、天然色再生映像を表示することとなる天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法において、前記原点から前記拡散板内の任意の点までの直線距離  $R_2$ 、前記直線  $R_1$  と  $R_2$  との間の角  $\alpha$  が次の式を満たすように前記拡散板を配置して各色相による拡散板の再生像が一つの地点に重畳されるようにしたホログラフィック製作方法。

## 【数1】

$$(1) \quad \kappa_2 r_3 + \kappa_1 (r_1 - r_2) = -\kappa_2 r_4 + \text{常数}$$

$$(2) \quad \alpha = \sin^{-1} \left[ \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \sin \beta \right] = \sin^{-1} \left[ \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \sin \beta \right]$$

$$(3) \quad R_2 = \frac{R_1}{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \left( \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_4} \right) + 1}$$

$$(4) \quad R_2 = \frac{R_1}{2 \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{R_1}{R_4} + 1} \quad (\text{ただし、} R_3 = R_4 \text{ である場合})$$

式(3)で  $R_2$  は  $R_1$  を含む双曲線上の点らの原点からの距離を示しているが、 $R_2$  の座標を  $(0, y_0, z_0)$ 、 $R_3$  の座標を  $(0, y_1 = z_1 \tan \beta, z_1)$  とすれば、

## 【数2】

$$(5) \quad z_0 = \frac{(z_1 + R_4)}{2z_1} \cdot \frac{2R_1}{R_4 \tan \beta y_0} + R_1$$

を満たす直線上に置かれるようになる。これは前記の  $R_1$  が非常に小さい場合に、前記双曲線が直線に近似されることを意味する。したがって、物体として拡散板の位置は式(5)を満たす直線上に置かれるようになる。ここで  $r_1$  は前記感光板内の任意地点  $(x, y)$  から前記基準波用光源までの距離、 $r_2$  は前記点  $(x, y)$  から前記拡散板内の任意の点までの距離、 $R_3$  は原点から再生映像内の一点までの距離、 $R_4$  は前記原点から前記投射光源までの距離、 $r_3$  は前記投射光源から前記点  $(x, y)$  までの距離、 $r_4$  は前記点  $(x, y)$  から前記再生映像内の前記一点までの距離、 $\beta$  は  $z$  軸の陽の方向と前記距離  $R_4$  との間の角、 $\lambda_1$ 、 $\kappa_1$  はそれぞれ前記基準波と物体波の波長と波数 (number of waver)、 $\lambda_2$ 、 $\kappa_2$  はそれぞれ前記投射波と再生波の波長と波数を示す。

【請求項2】 前記拡散板と前記方程式(2)、(3)と方程式(4)により誘導された双曲線上に又は近似するように式(5)にて与えられる直線上に設定することを特徴とする、請求項1記載の天然色再生映像表示用ホ

ログラフィックスクリーンの製作方法。

【請求項3】 前記基準波として発散ビームを使用することを特徴とする、請求項1記載の天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法。

【請求項4】 前記拡散板として細長いスリット形態のすりガラス (groundglass) を利用したことを特徴とする、請求項1記載の天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法。

【請求項5】 前記方程式(1)、(2)及び(5)により位置決定された拡散板を利用して製作されたホログラフィックスクリーンに反射鏡を更に付着させて反射型ホログラフィックスクリーンとして利用することを特徴とする、請求項1記載の天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、一般的にホログラフィー (Holography) 応用技術に関し、特にホログラフィック光学素子 (Holographic Optical Element)、より詳しくは細長いスリット (Slit) 形態の拡散板 (Diffuser) を利用して天然色立体映像を表示することができるホログラフィックスクリーン (Holographic Screen) の製作方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ホログラフィックスクリーンは一般的な像表示スクリーンと同様の役割を行うが、像の見られる視域が制限されているホログラフィック光学素子の一種

である。ホログラフィックスクリーンに像を投射する場合、投射映像は一般的にこのスクリーン上に結像され、観察者は投射レンズの出射瞳孔 (Exit Pupil) により形成された視域 (View Zone) でのみスクリーン上に表示される映像を観察することができる。ホログラフィックスクリーンを通して立体映像を観測するためには、左右の目に対応する立体映像を投射する各レンズの出射瞳孔により形成された視域が観測する位置での観測者の両目の間の距離 (約6.5 cm) ほど離されて置かなければならない。

【0003】ホログラフィックスクリーンには、反射型 (Reflection Type) と透過型 (Transmission Type) との二種類がある。反射型は投射器を通して投射される像のみを選択的に表示すると共に、投射レンズの出射瞳孔の映像が結像されるようにして視域を作ってくれる焦点力を有する反射鏡の役割も行う。しかし、高いスペクトル選択性 (Spectral Selectivity) と同時に高い角選択度 (Angular Selectivity) も有して視域の位置が制限されており、単色相の表示のみが可能である。かかる反射型ホログラフィックスクリーンに天然色を表示するためには、赤、青、緑色の発振レーザによりそれぞれ作られた3つの反射型スクリーンを重畳させなければならない。

【0004】透過型ホログラフィックスクリーンは、拡散板又はレンズと拡散板の役割を同時に行うホログラフィックスクリーンである。透過型ホログラフィックスクリーンで視域は拡散板の再生像が形成される地域である。ホログラフィックスクリーンは被写体の像を再生させることができるので、拡散板と拡散板及びレンズの役割を同時に行うホログラフィックスクリーンとの間の差異点は淡に拡散板及びレンズの役割を同時に行うホログラフィックスクリーンによるものがより明確な視域を形成するという点である。

【0005】透過型ホログラフィックスクリーンはそれ自体が回折格子 (Diffraction Grating) の特性を有するため、スペクトル分散 (Spectral Dispersion) による色収差 (Chromatic Aberration) により天然色映像の表示が困難である。この困難点を克服し得る一つの方法は、ホログラフィックスクリーンの製作の際に、被写体として使用する拡散板の形態を特定化して再生光のスペクトル分布によって色相別に分散され、形成される被写体の映像が重畳される部分を大きくするものである。この重畳される部分ではすべての色相の光が集まるので天然色像の観察が可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】既存に製作されたホロ

グラフィックスクリーン (米国特許第4799739号と国際公開第WO93/02372号) は、ホログラフィック感光板 (Photoplate) といかなる角度を有してこれに向かって収束する基準波と拡散板を通して感光板に正面に入射する物体波を干渉させて作ったもので、スクリーンの正面で映像を観測することができるようにしたものである。このスクリーン映像観測距離を減らすため、物体波と基準波との間の角度を大きくすることにより、スクリーンにより回折されず直接透過する光が像観測に影響を及ぼさないようにしている。しかし、物体波と基準波との間の角度を大きくすれば、スペクトル分散が大きくなるので天然色映像の表示がほとんど不可能であるとの問題点がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記のような問題点を解消するために、本発明ではホログラフィックスクリーンの製作及びこのスクリーンを利用した像生装置の構造を数学的に分析することにより、最適化された天然色画像表示用ホログラフィックスクリーンの製作を可能にした。最適化されたホログラフィックスクリーンの製作のためには細長い拡散スリットを被写体として使用し、被写体の像と感光板との相対的な位置は可視領域のあらゆるスペクトルが含まれるように数学的に定められた。細長い拡散スリットは投射光の各色相別再生像の重畳が極大化されるようにするため天然色画像の観測を可能にする。

【0008】本発明による天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法は、 $x-y-z$  空間座標の  $x-y$  平面に感光板を、前記  $x-y$  平面の原点で  $z$  軸方向に直線距離  $R_1$  に基準波用光源を、そして前記基準波用光源と前記感光板との間に拡散波をそれぞれ配置して前記基準波用光源からの基準波と前記拡散板からの物体波が前記感光板で干渉を起こすようにしてホログラフィックスクリーンを製作する方法であつた、 $z$  軸上の任意の位置に配置された投射光源からの投射波を前記製作されたホログラフィックスクリーンを通して再生波に変換させ、天然色再生映像を表示することとなる天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法において、前記原点から前記拡散板内の任意の点までの直線距離  $R_2$  と、前記直線  $R_2$  と  $R_2$  との間の角  $\alpha$  が次の式を満たすように前記拡散板を配置することを特徴とする。

【0009】

【数3】

$$(1) \quad \kappa_2 r_3 + \kappa_1 (r_1 - r_2) = -\kappa_2 r_4 + \text{常数}$$

$$(2) \quad \alpha = \sin^{-1} \left[ \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \sin \beta \right] = \sin^{-1} \left[ \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \sin \beta \right]$$

$$(3) \quad R_2 = \frac{R_1}{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \left( \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_4} \right) + 1}$$

$$(4) \quad R_2 = \frac{R_1}{2 \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{R_1}{R_4} + 1} \quad (\text{ただし、} R_3 = R_4 \text{ である場合})$$

式(3)で $R_2$ は $R_1$ を含む双曲線上の点らの原点からの距離を示しているが、 $R_2$ の座標を $(0, y_0, z_0)$ 、 $R_3$ の座標を $(0, y_1 = z_1 \tan \beta, z_1)$ とすれば、

【数4】

$$(5) \quad z_0 = \frac{(z_1 + R_4)}{2z_1} \cdot \frac{2R_1}{R_4 \tan \beta y_0} + R_1$$

を満たす直線上に置かれるようになる。これは前記の $R_1$ が非常に小さい場合に、前記双曲線が直線に近似されることを意味する。したがって、物体として拡散板の位置は式(5)を満たす直線上に置かれるようになる。

【0010】ここで、 $r_1$ は前記感光板内の任意地点 $(x, y)$ から上記基準波光源までの距離、 $r_2$ は前記点 $(x, y)$ から前記拡散板内の任意の点までの距離、 $R_3$ は原点から再生映像内の一点までの距離、 $R_4$ は前記原点から前記投射光源までの距離、 $r_3$ は前記投射光源から前記点 $(x, y)$ までの距離、 $r_4$ は前記点 $(x, y)$ から前記再生映像内の前記一点までの距離、 $\beta$ は $z$ 軸の陽の方向と前記距離 $R_4$ との間の角、 $\lambda_1$ 、 $\kappa_1$ はそれぞれ前記基準波と物体波の波長と波数(number of waver)、 $\lambda_2$ 、 $\kappa_2$ はそれぞれ前記投射波と再生波の波長と波数を示す。

【0011】好ましくは、本発明による天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法において前記拡散板は前記方程式(2)と方程式(3)により誘導された双曲線上に設定される。

【0012】好ましくは、本発明による天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法において前記基として発散ビームを使用する。

【0013】好ましくは、本発明による天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法において前記拡散板として細長いスリット形態のすりガラス(ground glass)を使用する。

【0014】かつ、本発明による天然色再生映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作方法において、前記方程式(1)、(2)及び(3)により位置決定された

拡散板を利用して製作されたホログラフィックスクリーンに反射鏡を更に付着させて反射ホログラフィックスクリーンとして使用することができる。

【0015】

【実施例】以下、添付図面を参照して実施例を通してみた本発明を詳細に説明する。図面において同一の図面符号は同一の構造部分を示す。

【0016】図1は、本発明によるホログラフィックスクリーンの製作方法を説明するための光学構造図である。本発明ではホログラフィックスクリーンを製作するのに必要なパラメータ間の関係を便宜上3次元空間座標上で説明することにする。

【0017】まず、3次元空間座標の原点(10)から $R_1$ 距離ほど離れた $z$ 軸上の一点 $z_1(1)$ にある点光源からの発散ビームが基準波の役割をし、この $z_1(1)$ と $y$ 軸上の一点 $y_1(5)$ を連結する直線(7)上に被写体(2)が置かれる。被写体(2)としては細長いスリット形態の牛乳色のすりガラスで作られた拡散板(6)が使用される。点 $y_1(5)$ は下記の方程式により定義される $z_1(1)$ を含む $y-z$ 平面上の双曲線(Hyperbola)が $y$ 軸と交差する点である。

【0018】図1に示したとおり、 $x-y$ 平面に感光板(12)の長辺(4)を、例えば $x$ 軸に平行に、短辺(3)を $y$ 軸に平行に置き、感光板(12)上の一点 $(x, y)$ (13)と $z_1(1)$ との間、そして点 $(x, y)$ (13)と被写体(2)が置かれた直線(7)内の点(11)との間の距離をそれぞれ $r_1$ 、 $r_2$ 、原点(10)と点(11)との間の距離を $R_2$ 、原点(10)と点(11)を結ぶ直線が陽の $z$ 軸となす角度を $\alpha$ とし、かつ図2にて図1の空間座標において感光板(12)の配置と同一に配置されているホログラフィックスクリーン(12、27(図3))内の一点 $(x, y)$ (31)(この点は図1の感光板(12)上の点(13)と同一である)と空間座標の原点(10)から $R_3$ 距離ほど離れた陰の $z$ 軸上の点P(14)にある投射光源との間の距離を $r_3$ 、投射光により再生された被写体(2)上の一点(11)の実像(Real Image)が形

成される空間の一点(15)と前記一点(x, y)(31)との間の距離を $r_4$ 、点(15)と原点(10)を結ぶ直線の長さを $R_4$ 、陽のz軸とこの直線 $R_4$ がなす角度を $\beta$ で示し、基準波(Reference Wave)、物体波(Object Wave)、再生波(Reconstructed Wave)及び投射波(Projected Wave)との間に成立される位相関係を

$$I(x, y) = (Ae^{i\kappa_1 r_1} + Be^{i\kappa_1 r_2})(Ae^{i\kappa_1 r_1} + Be^{i\kappa_1 r_2}) \\ = A^2 + B^2 + AB e^{i\kappa_1(r_1 - r_2)} + AB e^{i\kappa_1(r_2 - r_1)}$$

..... (1)

【0021】AとBは基準波と物体波の電界振幅であり、 $\kappa_1$ は基準波と物体波の波数である。このとき、 $T = T_0 - T_1 I(x, y)$

となり、ここで $T_0$ は干渉模様が形成させる前の感光板(12)の透過率であり、 $T_1 I(x, y)$ は $I(x, y)$ による透過率である。

【0022】このホログラフィックスクリーンはz軸の一点P(14)(図2に示されている)で波長 $\lambda_2$ である

$$E_{OUT} = C \cdot e^{i\kappa_2 r_3} \cdot T \\ = C \cdot e^{i\kappa_2 r_3} \cdot [ \{ T_0 - T_1 (A^2 + B^2) \} + T_1 A B e^{i\kappa_1(r_1 - r_2)} + T_1 A B e^{i\kappa_1(r_2 - r_1)} ]$$

..... (3)

【0024】ここで、 $\kappa_2$ は点光源からの投射光とホログラフィックスクリーンを通して透過された光(再生光)の波数である。前記式で第1項は0次回折光となり、第2項は実像、第3項は虚像となる。ここで実像である第2項を考慮すれば、実像が点(x, y)で $r_4$ は

$$\kappa_2 r_3 + \kappa_1(r_1 - r_2) = -\kappa_2 r_4 + \text{常数} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式(4)で $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$ は波数(Wave Number)であり、それぞれ $2\pi/\lambda_1$ 、 $2\pi/\lambda_2$ 、と与えられる。 $\lambda_1$ は基準波及び物体波の波長、 $\lambda_2$ は投射波及び再生波の波長を示す。

【0025】次に、 $\alpha$ と $\beta$ 間の関係と、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R$

$$r_1 = \sqrt{R_1^2 + x^2 + y^2} \\ r_2 = \sqrt{R_2^2 + x^2 + y^2 - 2R_2 x \sin \alpha} \\ r_3 = \sqrt{R_3^2 + x^2 + y^2} \\ r_4 = \sqrt{R_4^2 + x^2 + y^2 - 2R_4 x \sin \beta}$$

【0027】となり、これをxとyが $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ と $R_4$ に比べて非常に小さいものであると仮定すれば、

説明することとする。

【0019】感光板(12)に記録される干渉模様は基準波と物体波が合ってから次のような光強さの変化を有することになる。

【0020】

【数5】

渉模様が記録された感光板(すなわち、ホログラフィックスクリーン)の透過率(T)は、

..... (4)

る点光源で照射すれば、次のようなホログラフィックスクリーンを通して透過された光の電界強度( $E_{out}$ )を有する。

【0023】

【数6】

ど離れたところに形成されると、第2項は $D \cdot \exp(-i\kappa_2 r_4)$ で表現できる。ゆえに、この場合に位相の項だけを考慮すれば両位相の差は一定になるため、次のような位相関係式が成り立つことになる。

$r_3$ と $R_4$ 間の関係を誘導することにする。まず、図1と図2にて三角形公式を利用すれば、

【0026】

【数7】

..... (5)

前記の式は次のようにテイラ級数に変換され得る。

【0028】

【数8】

$$\begin{aligned}
 r_1 &\cong R_1 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_1^2} + \dots \right) \\
 r_2 &\cong R_2 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_2^2} - \frac{R_2 x \sin \alpha}{R_2^2} - \frac{x^2 \sin^2 \alpha}{2R_2^2} + \dots \right) \\
 r_3 &\cong R_3 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_3^2} + \dots \right) \dots \dots \dots (6) \\
 r_4 &\cong R_4 \left( 1 + \frac{x^2 + y^2}{2R_4^2} - \frac{R_4 x \sin \beta}{R_4^2} - \frac{x^2 \sin^2 \beta}{2R_4^2} + \dots \right)
 \end{aligned}$$

【0029】これを式(4)に代入すれば式(4)は次のように整理される。

【0030】

【数9】

$$\begin{aligned}
 &\kappa_2 R_3 + \kappa_1 (R_1 - R_2) + x (\kappa_1 \sin \alpha) \\
 &+ \frac{(x^2 + y^2)}{2} \left\{ \frac{\kappa_2}{R_3} + \kappa_1 \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \right\} + \frac{\kappa_1 x^2 \sin^2 \alpha}{2R_2} + \dots = \\
 &\kappa_2 R_4 + \text{常数} + \kappa_2 x \sin \beta - \frac{x^2 + y^2}{2} \cdot \frac{\kappa_2}{R_4} + \frac{\kappa_2 x^2 \sin^2 \alpha}{2R_4} \\
 &\dots \dots \dots (7)
 \end{aligned}$$

【0031】この式で両方を $x$ 、 $y$ 、 $x^2$ 、 $y^2$ の式に整理すれば、

【0032】

【数10】

$$\begin{aligned}
 &\kappa_1 \sin \alpha = \kappa_2 \sin \beta \\
 &\frac{\kappa_2}{R_3} + \frac{\kappa_1}{R_1} + \frac{\kappa_2 \cos^2 \beta}{R_4} = \frac{\kappa_1 \cos^2 \alpha}{R_2} \dots \dots \dots (8) \\
 &\frac{\kappa_2}{R_3} + \kappa_1 \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{-\kappa_2}{R_4}
 \end{aligned}$$

【0033】となるべきである。

【0035】

【0034】前記の式を $\sin \alpha$ と $R_2$ で解けば、

【数11】

$$\sin \alpha = \frac{\kappa_2}{\kappa_1} \sin \beta = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \sin \beta \dots \dots \dots (9)$$

$$R_2 = \frac{R_1}{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \left( \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_4} \right) + 1} \dots \dots \dots (10)$$

【0036】が成立される。

【0037】式(9)と(10)で点(11)の座標値( $y = R_2 \sin \alpha$ 、 $z = R_2 \cos \alpha$ )を代入して点(11)の軌跡を求めれば双曲線となることが分かる。したがって、拡散板(6)(すなわち、被写体(2))の正確な形態は双曲線の一部分と同様の曲率(Curvature of Radius)を有するべきであるが、実施 $R_1$ の値を大きくすれば、その曲率値が非常に大きくなるので、拡散板(6)はその長軸が $z_1(1)$ と $y_1(5)$ を結ぶ直線(7)上のある一部分に沿って置かれているとみなすことができ

る。投射光のすべて可視(Visible)波長を網羅してその色相別に分離された再生像を重畳させることができる拡散板の長さや相対的な位置は、前記の式(9)と(10)から求められる。

【0038】下記の表1は基準波の波長 $\lambda_1 = 0.647 \text{ nm}$ (クリプトン(Krypton)レーザ)、 $R_1 = 250 \text{ cm}$ 、 $R_3 = R_4 = 150 \text{ cm}$ 、そして $\beta = 15^\circ$ である場合、投射波の複数 $\lambda_2$ の値に対する $R_2$ と $\alpha$ 値を計算してみたものである。

【0039】



【表1】

表1. 投射波の波長による拡散板の相対的な位置

$\lambda_2 (\mu\text{m})$	$R_2 (\text{cm})$	$\alpha$
0.4	39.11	24.75°
0.5	47.05	19.57°
0.6	54.41	16.2°
0.7	61.26	13.84°

【0040】この表を利用して前記のすべての $\lambda_2$  値を

$$z_0 = \frac{(z_1 + R_4)}{2z_1} \cdot \frac{2R_1}{R_4 \tan \beta y_0} + R_1 \quad \dots \dots (11)$$

【0042】と示すことができる。これは $z_0$  と $y_0$  が直線方程式を満たすことを意味するため、この直線上のすべての点は再生時の点 $(0, y_1, z_1)$ に重畳されることを意味する。図2は、本発明によって製作されたホログラフィックスクリーンによる像再生を説明するための光学構成図である。図1の光学構成により製作されたホログラム、すなわちホログラフィックスクリーン(27)を元の位置に固定させ、原点から $R_3$ の距離にある $z$ 軸上の点P(14)に投射光源を置いてスクリーンを照射すると空間の一点(15)にその実像が形成される。しかし、投射光が単色光でない場合は色相別に像が分離されて現れるので扇形の虹状が現れる。しかし、被写体(2)の位置が表1に与えられた値を有し、かつ $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ と $\beta$ が前記に与えられた値と定義されるとき、点(15)はそれぞれ被写体(2)の上段(8)の青色(波長 $0.4 \mu\text{m}$ )と下段(9)の赤色(波長 $0.7 \mu\text{m}$ )再生像が重畳される点となる。その他色相の場合は、拡散板内の一点に対する再生像となる。

【0043】点(15)ではすべての色相の再生像が重畳されるため、この点を通してホログラフィックスクリーンをみると天然色像がみられる。実際の天然色像の再生に必要な三原色(Three Primary Colors)は、波長がいずれも $0.4$ から $0.7 \mu\text{m}$ 以内にあるので、天然色像を観測することができる重畳地域は点(15)を中心としたある程度の面積を有する。

【0044】実際被写体の再生像は元の被写体の原点からの距離よりほとんど3倍( $1.5\text{m}/0.58\text{m}$ )程度の距離が離れているところに現れ、また、青色像(17)は点(15)を中心に上側、赤色像(16)は下側、そして緑色像(18)は左右にそれぞれ置かれるので、像の長さは被写体の長さの約6倍ぐらいになる。

【0045】図3は、本発明によって製作されたホログラフィックスクリーンを利用して立体映像を表示するための光学構成図である。まず、ホログラフィックスクリーン(27)から約 $1.5\text{m}$ 離れているところに左右の目に対応する映像をその投射レンズの間の距離が我々の両目間( $6.5\text{cm}$ )ほど離れている $z$ 軸を中心に $y$ 軸に対称されるように置かれた二つの映像投射器(Projecto

網羅するための拡散板(6)の長軸長さを計算すれば $24\text{cm}$ となる。表1と図1を比較して見れば、被写体

(2)の上段(8)は長い波長に対応し、下段(9)は短い波長に対応することが分かる。方程式(10)で $R_2$ の座標を $(0, y_0, z_0)$ 、 $R_3$ の座標を $(0, y_1, z_1)$ として近似すれば、

【0041】

【数12】

$r$ (19, 20)を利用してホログラフィックスクリーン(27)上に像が結像されるように投射すれば、ここから約 $1.5\text{m}$ 離れたところにそれぞれの投射器に対応して被写体の実際再生像(21, 22)が投射器と反対側に、そして、虚像(23, 24)が同一側に現れる。この映像は約 $6.5\text{cm}$ ほど離れており、その幅は投射レンズの開口幅(29)と被写体の幅が合わせられているものと同様である。視域は実像(21, 22)により提供され、この実像の中央部分に天然色像を見ることができる視域(25, 26)が形成される。この視域が $z$ 軸となす角度は $\beta$ と同様である。ホログラフィックスクリーンの製作の際に被写体の幅は二つの視域が重畳されないように選択しなければならない。

【0046】図4は、本発明により製作されたホログラフィックスクリーンを反射型として利用して立体映像を表示するための光学構成図である。図1で製作されたホログラフィックスクリーンを反射型として利用しようとするれば、単にホログラフィックスクリーン(27)の裏面に反射鏡(28)を密着させれば視域が投射器(19, 20)と同様の方に投射器と約 $\beta$ 程度の角度を有して再生像が現れる。この方法はスクリーンの感光層を密閉させてスクリーンを保護することができる利点もある。

【0047】

【発明の効果】本発明によるホログラフィックスクリーンの製作方法では、ホログラフィックスクリーンの製作及びこのスクリーンを利用した像再生装置の構造を数学的に分析することによって、最適化された天然色映像表示用ホログラフィックスクリーンの製作が可能となる。

【0048】したがって、本発明の原理を表す方程式を利用して最適化されたパラメータを選択することができるため、従来のホログラフィックスクリーンで基準波と物体波との間の角度が増加されることによって、スペクトル分散が増加して天然色映像の表示が困難であった問題点を解消した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるホログラフィックスクリーンの製作方法を説明するための光学構成図である。

【図2】本発明により製作されたホログラフィックスクリーンによる像再生を説明するための光学構成図である。

【図3】本発明により製作されたホログラフィックスクリーンを利用して立体映像を表示するための光学構成図である。

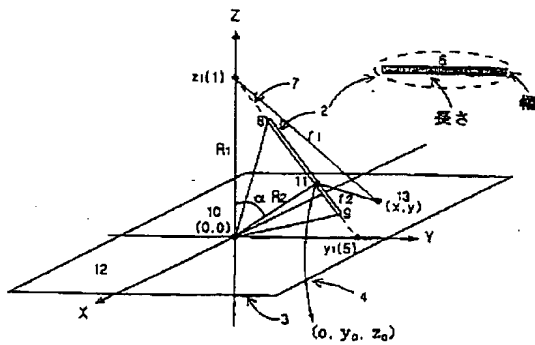
【図4】本発明により製作されたホログラフィックスクリーンを反射型に利用して立体映像を表示するための光学構成図である。

【符号の説明】

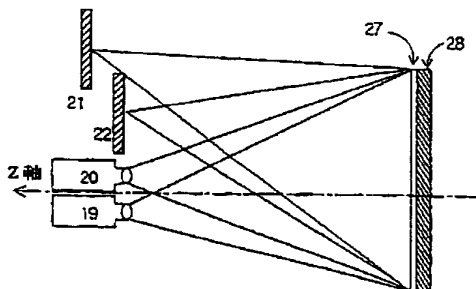
- 1 : 基準波用点光源
- 2 : 被写体
- 3 : 感光板の短辺
- 4 : 感光板の長辺
- 5 : y 軸上の一点であり y - z 平面上の双曲線が y 軸と交差する点
- 6 : 被写体として使用される細長いスリット形態の拡散板
- 7 : 図面符号 1 と 5 を連結する直線であって被写体が置かれる経路
- 8 : 被写体の上端
- 9 : 被写体の下端

- 10 : 3次元座標の原点
- 11 : 投射光源により再生された被写体の一点
- 12 : x - y 平面に置かれた感光板
- 13 : 感光板上の一点
- 14 : 原点から  $R_3$  距離ほど離れた z 軸上の点
- 15 : 一点 (11) の実像が形成される空間の一点
- 16 : 一点 (15) を中心にした下側の赤色像
- 17 : 一点 (15) を中心にした上側の青色像
- 18 : 一点 (15) を中心にした左右の緑色像
- 19, 20 : z 軸を中心に x 軸に対称に置かれた二つの映像投射器
- 21, 22 : それぞれの映像投射器に対応した投射器反対側の被写体の実際再生像
- 23, 24 : それぞれの映像投射器に対応した投射器の方の被写体の虚像
- 25, 26 : 被写体の実際再生像により提供された視域のうち、中央部分に天然色像が見られる視域
- 27 : ホログラフィックスクリーン
- 28 : 反射鏡
- 29 : スリットの再生像
- 30 : 投射レンズの開口映像

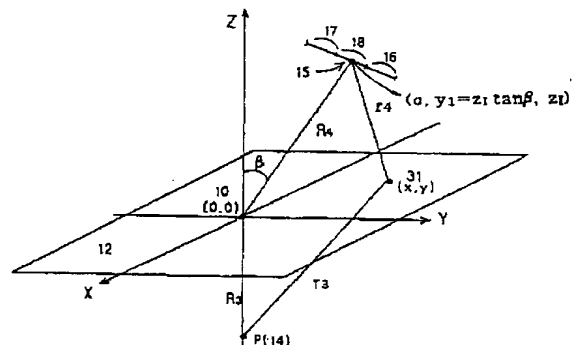
【図1】



【図4】

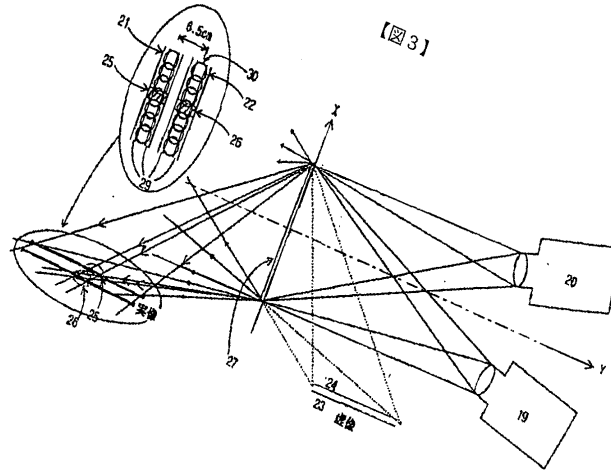


【図2】



(9)

【図3】



特開平10-97003

